

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



پایان نامه‌ی جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد زمین‌شناسی  
(گرایش زمین‌شناسی مهندسی)

عنوان

بررسی علل فرونشست زمین در دشت میاد جنوبی

اساتید راهنما:

دکتر محمد غفوری

دکتر غلامرضا لشکری پور

اساتد مشاور:

دکتر مریم دهقانی

نخازنده:

رضانصاحی

شهریور ۱۳۹۱

## اظهار نامه

### عنوان رساله: بررسی علل فرونشست زمین در دشت مهیار جنوبی

اینجانب رضاصالحی دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی دانشکده علوم پایه دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده رساله **بررسی علل فرونشست زمین در دشت مهیار جنوبی** تحت راهنمایی دکتر محمد غفوری و دکتر غلامرضا لشکری پور متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این رساله توسط اینجانب انجام شده و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در این رساله تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی به جایی ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد است و مقالات مستخرج با نام "دانشگاه فردوسی مشهد" و یا "Ferdowsi University of Mashhad" به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی رساله تاثیرگذار بوده‌اند در مقالات مستخرج از آن رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این رساله، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است.

تاریخ ۱۳۹۱/۰۶/

امضای دانشجو

### مالکیت نتایج و حق نشر

حق انتشار و بهره‌برداری از نتایج این پایان‌نامه متعلق به نگارنده آن است. هرگونه کپی برداری به‌صورت کل پایان‌نامه یا بخشی از آن تنها با موافقت نگارنده یا کتابخانه دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد مجاز می‌باشد.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان‌نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی‌باشد.

© متن این صفحه باید در نسخه تکثیر شده وجود داشته باشد.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است

به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناہشان به شجاعت می گرید

و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

## پاسکزاری

یارب تو مرا انابتی روزی کن

سایه خویش طاعتی روزی کن

زان پیش که فارغ شوم از کار جهان

اندر دو جهان فراغتی روزی کن

الهی ای بیننده غمنازه، ای پذیرنده، نیازها، ای داندۀ رازها و ای شنونده آوازه، ای مطلع بر حقایق و ای مهربان بر خلائق، عذرهای ما بپذیر که تو غنی و ما فقیر،

عیسای ما کمیر که تو قوی و ما حقیر، اگر کمیری بر ما حجت نداریم و اگر بسوزی طاقت نداریم، از بنده خطا آید و ذلت و از تو عطا آید و رحمت.

بر خود لازم می دانم که از تمامی اساتید و عزیزانی که بنده را در این تحقیق یاری کرده اند، پاسکزاری و قدر دانی کنم.

اساتید عزیز و کرامتدار، آقای دکتر محمد غفوری و آقای دکتر غلامرضا لشکری پور، راهبانی این پایان نامه که همواره در طول این پژوهش، با دانش و بینش عمیق خویش

و حمایت های بی دریغشان در به ثمر رسیدن و اتمام این پایان نامه، اینجانب را بهره مند ساختند سپاس گذاری و تشکر کرده و امید به آنکه توانسته باشم گوشه ای از زحمات

ایشان را جبران نمایم و از خداوند منان برای ایشان سلامتی و توفیق روز افزون آرزو مندم.

از خانم دکتر دهبانی، مشاور این تحقیق که در تمام مراحل به خصوص در قسمت رادار با پیشنهادها و راهبانی های با ارزششان مرا یاری رسانند کمال تشکر را دارم.

از مسئولین آزمایشگاه دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی به جهت در اختیار گذاشتن نرم افزار رادار برای انجام این پروژه پاسکزارم.

آقای دکتر علیرضاندیمی، مهندس حسین بدیاتی، مهندس شهرزاد بازاوه، مهندس محمد رضا کبری به جهت کمک های علمی و راهبانی های ارزنده شان در زمینه این

تحقیق تشکر می کنم. همچنین از آقای دکتر ناصر حافظی مقدس و آقای دکتر فرزین قانعی که داور این پایان نامه را بر عهده گرفتند کمال تشکر و پاسکزاری را

دارم.

آقای مهندس کر معلیان معاون مطالعات شرکت آب منطقه ای استان اصفهان و آقای مهندس طاهری در بخش مطالعات سازمان آب منطقه ای اصفهان.

توفیق روز افزون همه این عزیزان و کسانی که در انجام این تحقیق سهم بودند، ولی اسامی آنها ذکر نگردید را از درگاه خداوند متعال خواستارم.

## چکیده

دشت مهیار جنوبی در فاصله ۳۰ کیلومتری جنوب شرق اصفهان و بین طول‌های جغرافیایی ۴۵°، ۵۱' تا ۲۰'، ۵۲° شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲° تا ۲۵'، ۳۲° شمالی قرار دارد. در دهه گذشته در بخش‌هایی از این دشت ترک و شکاف‌های ایجاد گردید، که باعث تخریب زمین‌های کشاورزی و واحدهای مسکونی گردیده، و در بررسی اجمالی که در این زمینه در سال‌های گذشته صورت گرفت علت این عارضه را برداشت بی‌رویه آب زیر زمینی اعلام نموده‌اند. اما بررسی جامع این پدیده به دلیل پیشروی شکاف‌ها و ترک‌ها و تخریب بسیاری از زمین‌های کشاورزی و ساختمان‌های مسکونی توسط این عارضه‌ها، ضروری می‌باشد. به همین خاطر بررسی‌های صحرایی در منطقه مورد مطالعه انجام گردید و در طی آن محل و راستای شکاف‌ها با دقت تعیین شد. از آنجایی که یکی از شرایط ایجاد ترک‌ها و شکاف‌ها، فرونشست و تراکم عمودی ناشی از برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی می‌باشد، نوسانات سطح آب زیر زمینی طی یک دوره‌ی ۸ ساله مورد بررسی قرار گرفت و نقشه‌های هم‌افت سطح آب زیرزمینی تهیه شد. جهت بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات، آزمایشات مکانیک خاک بر روی نمونه‌هایی از قسمت‌های مختلف دشت انجام گردید. از نتایج بررسی نمودارهای حفاری پیژومترها و نتایج ژئوفیزیکی نیز جهت پهنه بندی رسوبات تا عمق سنگ بستر استفاده شد. در ادامه جهت تشخیص فرایندهای تأثیر گذار در شکل‌گیری شکاف‌ها، گسل‌های منطقه، توپوگرافی سنگ بستر، ضخامت آبرفت و چینه‌شناسی منطقه مورد بررسی قرار گرفت. سپس با استفاده از داده‌های راداری گذر ۳۳۵ ماهواره Envisat و تهیه ۱۶ اینترفروگرام، میزان و محدوده فرونشست دشت مهیار جنوبی در هر اینترفروگرام تعیین گردید. جهت تعیین نرخ متوسط فرونشست، آنالیز سری زمانی به روش کمترین مربعات انجام شد و نقشه نرخ متوسط فرونشست در فاصله سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۶ با توجه به اطلاعات موجود تهیه گردید و بیشینه سرعت فرونشست، ۰/۰۸۲ متر در سال در شمال روستای پرزان و حاشیه ارتفاعات کلاه قاضی بدست آمد. با مقایسه نتایج بدست آمده و انطباق نقشه‌های تهیه شده مشخص گردید فرونشست و تراکم عمودی متفاوت در منطقه مورد مطالعه در اثر افت سطح آب زیرزمینی ایجاد شده است و تغییر ضخامت رسوبات به دلیل ناهمواری‌های سنگ بستر و گسل‌های فعال که باعث ناهمگونی چینه‌شناسی گردیده‌اند از مهمترین دلایل ایجاد تراکم متفاوت و شکل‌گیری شکاف‌ها در دشت مهیار جنوبی است.

**کلید واژه ها :** دشت مهیار جنوبی، فرونشست، شکاف، برداشت آب زیر زمینی

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	<b>فصل اول: کلیات</b>
۱-۱-۱	مقدمه.....
۲-۱-۲	موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه.....
۳-۱-۳	تاریخچه بررسی فرونشست در منطقه مورد مطالعه.....
۴-۱-۴	اهداف تحقیق.....
۵-۱-۵	روش تحقیق.....
۶-۱-۶	ساختار پایان نامه.....
	<b>فصل دوم: پیشینه تحقیق</b>
۷-۱-۲	مقدمه.....
۸-۲-۲	تاریخچه بررسی فرونشست در جهان.....
۱۲-۳-۲	تاریخچه مطالعات فرونشست در کشور.....
۱۴-۴-۲	انواع فرونشست.....
۱۵-۵-۲	عوامل ایجاد فرونشست.....
۱۵-۱-۵-۲	سنگ‌های انحلال‌پذیر (سنگ آهک، دولومیت، گچ و نمک).....
۱۵-۲-۵-۲	ذوب یخ لایه‌های منجمد دائمی اعماق زمین.....
۱۶-۳-۵-۲	نشست زمین در اثر معدن کاری.....
۱۶-۴-۵-۲	برداشت سیالات.....
۱۶-۶-۲	مکانیسم فرونشست زمین در اثر برداشت آب زیرزمینی.....
۲۰-۷-۲	شکاف‌های زمین.....
۲۲-۸-۲	مکانیسم‌های ایجاد شکاف در اثر برداشت آب و افت سطح ایستابی.....
۲۲-۱-۸-۲	فرونشست و تراکم عمودی متفاوت ناشی از برداشت بی‌رویه آب زیر زمینی.....
۲۳-۲-۸-۲	تنجش‌های افقی درون سیستم آبخوان ناشی از جریان افقی سیال حاصل.....
۲۴-۳-۸-۲	محیط زمین شناسی.....
۲۴-۱-۳-۸-۲	حضور برآمدگی سنگ بستر در رسوبات آبخوان.....
۲۶-۲-۳-۸-۲	حضور گسل در آبخوان.....

## عنوان

## صفحه

۲۸	..... ۲-۸-۳-آبخوان ناهمگن
۲۹	..... ۲-۹-۹-روش‌های تعیین نرخ فرونشست و جابجایی پوسته زمین
۲۹	..... ۲-۹-۱-شکاف سنج
۳۰	..... ۲-۹-۲-انبساط سنج‌ها
۳۱	..... ۲-۹-۳-تراز یابی
۳۱	..... ۲-۹-۴-سیستم موقعیت یاب جهانی
۳۲	..... ۲-۹-۵-استفاده از رادار با دریچه مصنوعی
۳۲	..... ۲-۱۰-۱-تاریخچه رادار
۳۲	..... ۲-۱۰-۱-مقدمه
۳۳	..... ۲-۱۰-۲-انواع سنجنده
۳۳	..... ۲-۱۰-۳-سیگنال راداری
۳۴	..... ۲-۱۰-۴-اجزاء سیستم تصویر بردار راداری
۳۴	..... ۲-۱۰-۵-هندسه تصویر برداری رادار
۳۵	..... ۲-۱۰-۶-توان تفکیک در رادار
۳۶	..... ۲-۱۰-۷-انواع سیستم تصویر بردار راداری
۳۷	..... ۲-۱۰-۸-تکنیک تداخل سنجی راداری
۳۸	..... ۲-۱۰-۸-۱-تداخل سنجی تک گذره
۳۹	..... ۲-۱۰-۸-۲-تداخل سنجی با گذر تکراری
۴۰	..... ۲-۱۰-۸-۳-هندسه تداخل سنجی راداری
۴۱	..... ۲-۱۰-۸-۴-محدودیت‌های روش تداخل سنجی راداری
۴۲	..... ۲-۱۰-۹-مراحل اجرایی روش تداخل سنجی راداری
۴۲	..... ۲-۱۰-۹-۱-مرحله تهیه داده‌ها
۴۳	..... ۲-۱۰-۹-۲-پردازش داده‌های راداری
۴۷	..... ۲-۱۰-۱۰-روش طول باز کوتاه
۴۷	..... ۲-۱۰-۱۱-تحلیل سری زمانی
۴۸	..... ۲-۱۰-۱۲-روش کمترین مربعات



## فصل سوم: وضعیت زمین شناسی و هیدروژئولوژی منطقه

۱-۳-۱- مقدمه.....	۵۰
۲-۳- وضعیت زمین شناسی دشت مهبیار جنوبی.....	۵۰
۱-۲-۳- زمین شناسی عمومی منطقه.....	۵۰
۲-۲-۳- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه.....	۵۱
۱-۲-۲-۳- پالئوزوئیک.....	۵۱
۲-۲-۲-۳- مزوزوئیک.....	۵۱
۳-۲-۲-۳- کواترنر.....	۵۳
۴-۲-۲-۳- توده‌های نفوذی.....	۵۴
۱-۴-۲-۲-۳- گرانودیوریت ژوراسیک.....	۵۴
۲-۴-۲-۲-۳- دولریت دوران سوم.....	۵۴
۳-۲-۳- زمین ساخت.....	۵۶
۴-۲-۳- تکتونیک منطقه.....	۵۷
۵-۲-۳- لرزه خیزی منطقه مورد مطالعه.....	۵۸
۳-۳- آب و هوا و اقلیم منطقه مورد مطالعه.....	۵۹
۱-۳-۳- دما.....	۵۹
۲-۳-۳- بارندگی.....	۶۰
۳-۳-۳- رطوبت.....	۶۰
۴-۳-۳- اقلیم.....	۶۱
۴-۳- بررسی وضعیت هیدروژئولوژیکی دشت مهبیار جنوبی.....	۶۲
۱-۴-۳- موقعیت حوضه آبریز دشت مهبیار جنوبی.....	۶۲
۲-۴-۳- هیدروژئولوژی.....	۶۲
۳-۴-۳- وضعیت عمومی آبخوان.....	۶۳
۴-۴-۳- ضرایب هیدرودینامیکی سفره آب زیرزمینی.....	۶۴
۵-۴-۳- بهره برداری از منابع آب زیرزمینی.....	۶۴
۶-۴-۳- بررسی و مقایسه مصارف آب در دشت مهبیار جنوبی.....	۶۵

۳-۵- فرونشست و ایجاد ترک و شکاف‌ها در دشت مهبیار جنوبی..... ۶۶

#### فصل چهارم: خصوصیات زمین شناسی مهندسی منطقه مورد مطالعه

۴-۱- مقدمه..... ۷۱

۴-۲- نتایج حاصل از بررسی نوسانات سالیانه سطح آب زیرزمینی..... ۷۱

۴-۲-۱- نتایج حاصل از مطالعات تراز آب زیرزمینی..... ۷۵

۴-۲-۲- نتایج حاصل از مطالعات عمق سطح آب زیرزمینی..... ۷۶

۴-۲-۳- نتایج حاصل از مطالعات میزان تخلیه و تغییرات سطح آب زیرزمینی..... ۷۷

۴-۳- نتایج حاصل از مطالعات ژئوفیزیک..... ۷۸

۴-۳-۱- تهیه نقشه‌های هم ضخامت رسوبات آبرفتی و ارتفاع مطلق سنگ بستر..... ۸۰

۴-۴- نتایج حاصل از مطالعات مکانیک خاک و پهنه بندی بافت خاک..... ۸۲

۴-۴-۱- نتایج حاصل از آزمون‌های دانه بندی و آتبرگ..... ۸۳

۴-۴-۲- نتایج حاصل از آزمون تحکیم..... ۸۴

۴-۴-۳- پهنه بندی بافت خاک..... ۹۱

#### فصل پنجم: مطالعات تداخل سنجی راداری

۵-۱- مقدمه..... ۹۴

۵-۲- نتایج حاصل از مطالعات سنجش از راه دور..... ۹۴

۵-۲-۱- شناسایی گسل‌های منطقه با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره ای..... ۹۵

۵-۲-۲- مطالعات تداخل سنجی راداری..... ۹۶

۵-۳- آنالیز سری زمانی و تهیه نقشه نرخ متوسط فرونشست زمین..... ۱۰۹

۵-۴- نتایج حاصل از انجام بازدید های صحرائی..... ۱۱۱

۵-۵- نتایج حاصل از تلفیق اطلاعات..... ۱۱۲

۵-۵-۱- انطباق نقشه محدوده‌ی فرونشست با محل شکل گیری ترک‌ها و شکاف‌ها..... ۱۱۳

۵-۵-۲- انطباق نقشه توپوگرافی سنگ بستر و ضخامت آبرفت با محل شکاف‌ها..... ۱۱۴

۵-۵-۳- انطباق گسل های منطقه با محل حضور شکاف‌ها..... ۱۱۵

#### فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات

۶-۱- نتیجه گیری..... ۱۱۷

- ۱۱۹ ..... ۲-۶- پیشنهادات
- ۱۲۰ ..... منابع و مآخذ

### فهرست شکل

عنوان	صفحه
شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه.....	۳
شکل (۱-۲): فرونشست زمین در منطقه مندوتای در کالیفرنیا.....	۱۰
شکل (۲-۲): ده کشور اول برداشت کننده از منابع آب زیرزمینی در جهان.....	۱۲
شکل (۳-۲): سهم سرانه هر فرد از آبهای زیرزمینی.....	۱۲
شکل (۴-۲): طبقه بندی انواع فرونشست زمین از لحاظ منشأ.....	۱۴
شکل (۵-۲): تغییرات تنش کل، فشار آب منفذی و تنش مؤثر.....	۱۹
شکل (۶-۲): شکاف ایجاد شده در دشت Harquahala در مرکز آریزونا.....	۲۰
شکل (۷-۲): شکاف ایجاد شده در مسیر خطوط انتقال نفت در نوادا.....	۲۱
شکل (۸-۲): شکاف‌های ایجاد شده در آزاد راه 202 آریزونا.....	۲۱
شکل (۹-۲): شکاف بر روی برآمدگی سنگ بستر.....	۲۴
شکل (۱۰-۲): خمش در سطح زمین و یا شکست کششی مواد آبخوان.....	۲۵
شکل (۱۱-۲): حرکت افقی آبخوان و تشکیل شکست کششی.....	۲۶
شکل (۱۲-۲): شکاف بر روی گسل غیرفعال.....	۲۷
شکل (۱۳-۲): شکاف در مرز بین لایه‌های درشت و ریزدانه.....	۲۹
شکل (۱۴-۲): نمایی از یک شکاف سنج.....	۳۰
شکل (۱۵-۲): نمایی از یک انبساط سنج.....	۳۰
شکل (۱۶-۲): شمایی از اجزاء تشکیل دهنده رادار.....	۳۴
شکل (۱۷-۲): هندسه تصویر برداری رادار.....	۳۵
شکل (۱۸-۲): قدرت تفکیک در جهت برد.....	۳۶
شکل (۱۹-۲): هندسه تداخل سنجی راداری تک گذره.....	۳۹
شکل (۲۰-۲): تصویر همدوسی از تصاویر Envisat ASAR.....	۴۲
شکل (۱-۳): نقشه سنگ شناسی دشت مهبیار جنوبی.....	۵۵

- شکل (۲-۳): موقعیت گسل‌های یانک آباد و کلاه قاضی..... ۵۸
- شکل (۳-۳): موقعیت حوضه آبریز مهیار جنوبی نسبت به حوضه‌های آبریز مجاور..... ۶۲
- شکل (۴-۳): گروه بندی چاه‌های بهره برداری بر حسب نوع مصرف..... ۶۶
- شکل (۵-۳): شکاف‌های موازی ایجاد شده در زمین‌های کشاورزی..... ۶۷
- شکل (۶-۳): تخریب زمین‌های کشاورزی اطراف روستای پرزان..... ۶۸
- شکل (۷-۳): شکاف‌های با جابجایی‌های قائم در حاشیه اتوبان اصفهان - شیراز..... ۶۸
- شکل (۸-۳): شکاف‌های عمیق در حاشیه ارتفاعات کلاه قاضی..... ۶۸
- شکل (۹-۳): شکاف‌های طولیل به همراه شکاف‌های فرعی..... ۶۹
- شکل (۱۰-۳): شکاف‌های طولیل شکل گرفته در حاشیه ارتفاعات دشت..... ۶۹
- شکل (۱۱-۳): لوله‌زایی چاه بهره برداری در امتداد کانال آبرسانی روستای پرزان..... ۷۰
- شکل (۱۲-۳): قطع شدگی راه‌های دسترسی محلی..... ۷۰
- شکل (۱-۴): موقعیت پیژومترهای دشت مهیار جنوبی..... ۷۲
- شکل (۲-۴): نمودار هیدروگراف واحد دشت مهیار جنوبی بین سال‌های ۱۳۷۶-۱۳۸۹..... ۷۲
- شکل (۳-۴): نقشه پراکندگی چاه‌های بهره برداری در دشت مهیار جنوبی..... ۷۳
- شکل (۴-۴): تقسیم بندی چاه‌های موجود در دشت بر حسب سال حفر..... ۷۴
- شکل (۵-۴): تغییرات تعداد چاه‌ها در دوره‌های آماربرداری مختلف..... ۷۴
- شکل (۶-۴): نقشه همتراز سطح آب زیرزمینی در اسفندماه ۱۳۸۸..... ۷۵
- شکل (۷-۴): نقشه هم عمق سطح آبخوان دشت مهیار جنوبی در اسفند ماه ۱۳۸۸..... ۷۶
- شکل (۸-۴): نقشه میزان افت سطح آب از اسفند ۸۰ تا اسفندماه ۱۳۸۸ و پراکندگی..... ۷۷
- شکل (۹-۴): نقشه میزان تخلیه آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه..... ۷۸
- شکل (۱۰-۴): موقعیت پروفیل‌ها و سونداژهای ژئوالکتریک..... ۷۹
- شکل (۱۱-۴): نقشه هم ضخامت رسوبات آبرفتی در دشت مهیار جنوبی..... ۸۱
- شکل (۱۲-۴): نقشه وضعیت توپوگرافی سنگ بستر در دشت مهیار جنوبی..... ۸۲
- شکل (۱۳-۴): موقعیت نقاط نمونه برداری شده آزمایشات مکانیک خاک..... ۸۳
- شکل (۱۴-۴): نتایج حاصل از آزمون‌های دانه بندی و حدود آتربرگ در گمانه BH1..... ۸۵

- شکل (۴-۱۵): نتایج حاصل از آزمون‌های دانه بندی و حدود آتربریگ در گمانه BH1..... ۸۶
- شکل (۴-۱۶): نتایج حاصل از آزمون‌های دانه بندی و حدود آتربریگ در گمانه BH2..... ۸۷
- شکل (۴-۱۷): نتایج حاصل از آزمون‌های دانه بندی و حدود آتربریگ در گمانه BH2..... ۸۸
- شکل (۴-۱۸): نتایج حاصل از آزمون تحکیم در گمانه BH1..... ۸۹
- شکل (۴-۱۹): نتایج حاصل از آزمون تحکیم در گمانه BH2..... ۹۰
- شکل (۴-۲۰): موقعیت نمودار حفاری پیژومترها و چاه‌های بهره برداری..... ۹۲
- شکل (۴-۲۱): بلوک سه بعدی پهنه بندی نوع رسوبات منطقه مورد مطالعه با استفاده از لاگ چاه‌ها..... ۹۲
- شکل (۴-۲۲): مقاطع زمین شناسی حاصل از لاگ چاه‌ها در جهت عمود بر امتداد دشت..... ۹۳
- شکل (۴-۲۳): مقاطع زمین شناسی حاصل از لاگ چاه‌ها در جهت شمال غرب- جنوب شرق..... ۹۳
- شکل (۵-۱): لایه گسلی استخراج شده از تصویر ماهواره‌ای ETM<sup>+</sup>..... ۹۵
- شکل (۵-۲): اینترفروگرام‌های تولید شده از تصاویر مورد استفاده..... ۹۶
- شکل (۵-۳): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۳/۱۱/۱۳ - ۲۰۰۴/۰۵/۰۶..... ۹۷
- شکل (۵-۴): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۳/۱۱/۱۳ - ۲۰۰۴/۰۸/۱۹..... ۹۸
- شکل (۵-۵): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۳/۱۲/۱۸ - ۲۰۰۴/۰۵/۰۶..... ۹۸
- شکل (۵-۶): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۳/۱۲/۱۸ - ۲۰۰۴/۰۸/۱۹..... ۹۹
- شکل (۵-۷): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۰۵/۰۶ - ۲۰۰۴/۰۸/۱۹..... ۹۹
- شکل (۵-۸): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۰۶/۱۰ - ۲۰۰۴/۱۰/۲۸..... ۱۰۰
- شکل (۵-۹): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۰۶/۱۰ - ۲۰۰۵/۰۵/۲۶..... ۱۰۰
- شکل (۵-۱۰): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۰۶/۱۰ - ۲۰۰۵/۰۹/۰۸..... ۱۰۱
- شکل (۵-۱۱): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۰۸/۱۹ - ۲۰۰۵/۰۸/۰۴..... ۱۰۱
- شکل (۵-۱۲): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۱۰/۲۸ - ۲۰۰۵/۰۵/۲۶..... ۱۰۲
- شکل (۵-۱۳): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۴/۱۰/۲۸ - ۲۰۰۵/۰۹/۰۸..... ۱۰۲
- شکل (۵-۱۴): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۵/۰۵/۲۶ - ۲۰۰۵/۰۸/۰۴..... ۱۰۳
- شکل (۵-۱۵): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۵/۰۵/۲۶ - ۲۰۰۵/۰۹/۰۸..... ۱۰۳
- شکل (۵-۱۶): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۵/۰۵/۲۶ - ۲۰۰۶/۰۳/۰۲..... ۱۰۴

## عنوان

## صفحه

- شکل (۵-۱۷): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۶/۰۳/۰۲ - ۲۰۰۵/۰۸/۰۴ ..... ۱۰۴
- شکل (۵-۱۸): اینترفروگرام، نقشه میزان جابجایی در بازه زمانی ۲۰۰۶/۰۳/۰۲ - ۲۰۰۵/۰۹/۰۸ ..... ۱۰۵
- شکل (۵-۱۹): موقعیت برش‌های تهیه شده از نقشه‌های میزان جابجایی ..... ۱۰۶
- شکل (۵-۲۰): برش شماره ۱ با امتداد غربی - شرقی از نقشه‌های میزان جابجایی ..... ۱۰۷
- شکل (۵-۲۱): برش شماره ۲ با امتداد شمال - جنوب از نقشه‌های میزان جابجایی ..... ۱۰۷
- شکل (۵-۲۲): برش شماره ۳ با امتداد شمال - جنوب از نقشه‌های میزان جابجایی ..... ۱۰۸
- شکل (۵-۲۳): برش شماره ۴ با امتداد شمال - جنوب از نقشه‌های میزان جابجایی ..... ۱۰۸
- شکل (۵-۲۴): نقشه نرخ متوسط فرونشست در فاصله زمانی ۲۰۰۳ - ۲۰۰۶ ..... ۱۱۰
- شکل (۵-۲۵): میزان جابجایی در امتداد پروفیل AA' نقشه نرخ متوسط فرونشست ..... ۱۱۱
- شکل (۵-۲۶): نمایش راستا و محل شکاف‌های ایجاد شده در قسمت شمال غربی دشت ..... ۱۱۲
- شکل (۵-۲۷): موقعیت محل شکاف‌ها نسبت به محدوده فرونشست در شمال غرب دشت ..... ۱۱۴
- شکل (۵-۲۸): ارتباط بین توپوگرافی سنگ بستر با موقعیت شکاف‌ها در شمال غربی دشت ..... ۱۱۵
- شکل (۵-۲۹): ارتباط بین محل گسل‌ها با محل ایجاد شکاف‌ها در شمال غرب منطقه مورد مطالعه ..... ۱۱۶

## فهرست جداول

## عنوان

## صفحه

- جدول (۲-۱): مشخصات فرونشست در اثر افت سطح آب زیرزمینی در چند شهر مهم جهان ..... ۹
- جدول (۳-۱): زمین لرزه‌های با بزرگی بیشتر از ۳ درجه ریشتر در منطقه مورد مطالعه ..... ۵۹
- جدول (۳-۲): توزیع بارندگی (میلیمتر) در ایستگاه مهیار ..... ۶۰
- جدول (۳-۳): تقسیم بندی اقلیمی به روش دومارتن ..... ۶۱
- جدول (۳-۴): نوع اقلیم ایستگاه کلیماتیک مهیار بر اساس روش دومارتن ..... ۶۱
- جدول (۳-۵): خلاصه وضعیت منابع آب دشت مهیار جنوبی در سال ۸۸-۱۳۸۷ ..... ۶۵
- جدول (۵-۱): مشخصات اینترفروگرام‌های تولید شده از دشت مهیار جنوبی ..... ۹۷

## ۱ فصل اول

### کلیات

#### ۱-۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر برداشت بیش از حد از منابع زیرزمینی مانند استخراج نفت، گاز و آب سبب وقوع حوادثی زیست محیطی در نقاط مختلفی از جهان گردیده است. از پیامدهای زیست محیطی که متأثر از برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی بوده و همراه با افزایش جمعیت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی می‌باشد فرونشست<sup>۱</sup> سطح زمین است.

فرونشست زمین عبارت است از فروریزش ناگهانی یا تدریجی سطح زمین به سمت پایین که با جابجایی‌های ناچیز افقی نیز می‌تواند همراه باشد (Bates and Jackson, 1980). پدیده فرونشست در اصل به فرورفتگی در سطح زمین اطلاق می‌شود، و نشست سطح زمین به سمت پایین بدون محدودیت در سرعت، بزرگی، یا ناحیه وقوع پدیده می‌باشد که در صورت گسترش عواقب شدید زیست محیطی و اقتصادی در پی خواهد داشت (Waltham, 1989).

---

<sup>1</sup> Subsidence

ترک و شکاف‌های زمین<sup>۱</sup> که ناشی از فرونشست هستند شاید همان تأثیر خطرهای ناگهانی و فاجعه بار مانند سیل و زلزله را نداشته باشند، ولی همچون سرطانی آرام و بی صدا گسترش می‌یابد. از این رو خسارت‌های ناشی از فرونشست و شکاف‌های زمین ترمیم ناپذیر، پرهزینه و مخرب می‌باشند. از سوی دیگر این پدیده می‌تواند با ایجاد تغییر در وضعیت زمین آبشناختی منطقه از قبیل جهت و سرعت جریان آب زیرزمینی، بیلان آب زیرزمینی و غیره نتیجه‌های ناهنجار بیشتری در پی داشته باشد (Holzer and Galloway, 2005).

فرونشست و پیامدهای ناخوشایند آن متأسفانه فرایندی برگشت ناپذیر می‌باشد و به سختی می‌توان آنها را کند و یا مهار کرد. شالوده هر پروژه ملی برای رویارویی با خطر فرونشست بر سه اصل پیش بینی، تشخیص و پایش استوار است که مدیریت درست منابع آب، نقش کلیدی در جلوگیری از رخداد این پدیده دارد. فرآیند پیش بینی و تشخیص بر پایه داده‌های حاصل از چاه پیمایی، آزمون‌های ژئوفیزیکی و داده‌های زمین شناسی مهندسی و ژئوتکنیکی برای پیش بینی و اندازه گیری میزان نشست خاک می‌باشد. از سوی دیگر پایش، مکان‌یابی و اندازه گیری میزان فرونشست می‌تواند با روش‌های نوین نقشه برداری و دورسنجی انجام پذیرد. آگاهی از پتانسیل بروز فرونشست در بسیاری از مناطق مستعد فرونشست می‌بایستی وجود داشته باشد و با یک برنامه ریزی صحیح برای کاربری اراضی و تحقیقات مربوطه در راستای آن می‌تواند تا حد بسیار زیادی خطرات این گونه وقایع را کاهش دهد. بدین ترتیب با توجه به اهمیت پدیده فرونشست، در این تحقیق به بررسی مسئله فرونشست دشت مهبیار جنوبی پرداخته شده است.

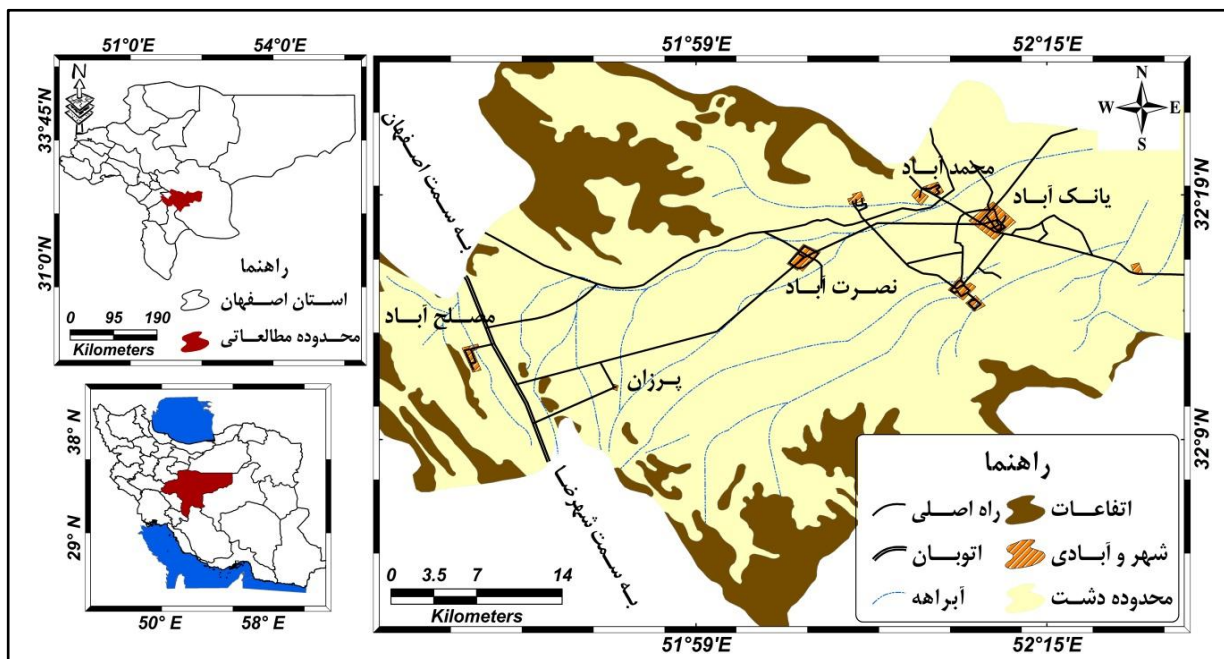
## ۱-۲- موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه

دشت مهبیار جنوبی واقع در دامنه جنوبی رشته کوه شیدان و پارک ملی کلاه قاضی در جنوب شرق استان اصفهان بین طول‌های جغرافیایی ۴۵'۵۱" تا ۲۰'۵۲" شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۲° تا ۲۵'۳۲° شمالی قرار دارد. دشت مهبیار جنوبی با وسعت ۸۵۰ کیلومتر مربع شهرهای کوچک نصرت آباد، محمدآباد، یانک آباد و روستاهای پیکان، پرزان و اراضی کشاورزی جنوب ارتفاعات کلاه قاضی را شامل می‌شود. این دشت را می‌توان به صورت یک دره باریک با عرضی حدود ۲۰ کیلومتر و امتداد شمال شرقی - جنوب غربی در نظر گرفت که از سه جهت شمال، جنوب و غرب توسط ارتفاعاتی که همگی روند شمال غربی، جنوب شرقی دارند محصور شده و از

<sup>1</sup> Earth fissures



سمت شرق هم به تپه‌های ماهوری اطراف روستای ورزنه و باتلاق گاو خونی محدود می‌شود. بر اساس نقشه‌های توپوگرافی حداکثر ارتفاع دشت ۱۶۴۰ متر در حاشیه غربی دشت و حداقل ارتفاع آن ۱۵۵۰ متر در حاشیه شرقی دشت می‌باشد. دشت مهیار جنوبی در حدود ۳۰ کیلومتری جنوب شرقی اصفهان و ۳۰ کیلومتری از شمال شهرضا واقع شده است. این دشت از سمت شمال از طریق جاده ارتباطی آسفالتی و اتوبان اصفهان- شیراز با شهر اصفهان و از سمت جنوب از طریق جاده آسفالتی و اتوبان با شهرضا و سایر نقاط جنوبی کشور در ارتباط است. شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی و راه‌های ارتباطی منطقه مورد مطالعه

### ۱-۳- تاریخچه بررسی فرونشست در منطقه مورد مطالعه

طبق گزارشات موجود اولین شکاف‌های شکل گرفته ناشی از فرونشست زمین در دشت مهیار جنوبی در سال ۱۳۶۰ ایجاد شده است (شرکت آب منطقه‌ای اصفهان، ۱۳۷۲). این شکاف‌ها در قسمت‌های شمال غربی دشت، جنوب ارتفاعات کلاه قاضی و شمال روستای پرزان، خساراتی را به زمین‌های کشاورزی و روستاهای اطراف وارد کرده که به دلیل کم تعداد بودن شکاف‌ها در همان سال‌های ابتدایی اقداماتی از طرف مسئولین جهت جلوگیری و یا کند کردن سرعت وقوع این پدیده در دشت صورت نگرفته است. بعد از خشکسالی ۱۳۷۱ با ادامه روند کاهش ذخیره آبخوان و افزایش برداشت آب زیرزمینی، گسترش محدوده فرونشست و عمیق‌تر شدن شکاف‌ها خسارات

زیادی به زمین‌های کشاورزی واقع در منطقه و حتی اتوبان اصفهان- شیراز وارد ساخت. در ادامه اولین مطالعات فرونشست و آمار برداری آثار ناشی از آن در منطقه مورد مطالعه توسط شرکت آب منطقه‌ای استان اصفهان در سال ۱۳۶۶ در قالب گزارش مطالعات آبهای زیرزمینی دشت مهبیار- شهرضا انجام گرفت. همزمان با این مطالعات دشت از نظر بهره برداری از منابع آب زیرزمینی ممنوعه اعلام گردید. لذا بررسی جامع این پدیده جهت شناخت کامل این عوارض و نیز مدیریت کاربری اراضی مورد ابتلاء و تعیین محدوده تأثیر پذیر از این فرایند با هدف پاسخگویی به یکی از معضلات زیست محیطی استان اصفهان ضروری می‌باشد.

#### ۴-۱- اهداف تحقیق

تقریباً دو سوم آب مورد نیاز حوضه آبریز گاو خونی که بالغ بر ۳۵۰۰ میلیون متر مکعب می‌باشد از منابع آب زیرزمینی تأمین می‌شود. در سال‌های اخیر به علت خشکسالی‌های متعدد و کاهش آورد رودخانه زاینده رود تقاضای بهره برداری از منابع آب زیرزمینی در اکثر دشت‌های این حوضه افزایش یافته است. دشت مهبیار جنوبی یکی از مهمترین دشت‌های حوضه آبریز گاو خونی از لحاظ توسعه کشاورزی به شمار می‌رود، که متأسفانه در دهه گذشته به دلیل افزایش نرخ بهره برداری از منابع سفره‌های آب زیرزمینی با افت شدید سطح آب زیرزمینی مواجه بوده است. از پیامدهای افت سطح آب زیرزمینی می‌توان به فرونشست زمین و ایجاد شکاف در قسمت‌هایی از دشت اشاره نمود. لذا اهدافی که این تحقیق دنبال می‌کند عبارتند از:

- ۱- بررسی فرونشست در دشت مهبیار جنوبی از نقطه نظر شرایط زمین شناسی، ساختاری و هیدروژئولوژی منطقه.
- ۲- اندازه گیری نرخ فرونشست و بررسی رفتار کوتاه مدت و بلند مدت فرونشست به کمک تکنیک InSAR.
- ۳- تفسیر و بررسی علل رخداد فرونشست با توجه به عوامل مختلف.

#### ۵-۱- روش تحقیق

در تهیه گزارشات علمی و تحقیقاتی داشتن روش تحقیق برای انجام پژوهش امری واجب و ضروری می‌باشد. از این رو انتخاب یک روش مناسب بدنه‌ی اصلی یک تحقیق را شکل می‌دهد و جزء ارکان اصلی آن می‌باشد. در این قسمت از تحقیق حاضر، روش‌های انجام تحقیق و ابزارهایی که برای رسیدن به اهداف پیش بینی شده مورد استفاده قرار گرفته‌اند، در دو بخش مطالعات دفتری و مطالعات صحرایی ارائه می‌گردد.

مطالعات دفتری: در این مرحله ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای گسترده‌ای در ارتباط با موضوع مورد مطالعه انجام گرفت که شامل بررسی گزارش‌ها و مقالات موجود، نقشه‌های زمین‌شناسی، توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای منطقه مورد مطالعه بود. سپس به بررسی نوسانات سطح ایستابی با استفاده از اطلاعات پیزومترها موجود در سطح دشت، و بررسی نتایج حاصل از مطالعات ژئوالکتریک پرداخته شد. همچنین برای تعیین خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات دشت از نمودار حفاری پیزومترها و چاه‌های بهره برداری واقع در سطح دشت و نتایج آزمایشات مکانیک خاک استفاده گردید، و در ادامه برای مشخص کردن محدوده تحت تأثیر خطر فرونشست و تعیین سرعت متوسط فرونشست از تکنیک تداخل سنجی راداری و آنالیز سری زمانی استفاده شد.

مطالعات صحرایی شامل بررسی‌های لیتولوژیکی و ساختاری بر روی تشکیلات موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه که با کمک نقشه‌های مقدماتی زمین‌شناسی و عکس‌های هوایی موجود انجام گردید. همچنین مقایسه نتایج حاصل از مطالعات تداخل سنجی راداری، ژئوالکتریک و نوسانات سطح ایستابی با موقعیت عوارض فرونشست و تعیین موقعیت جغرافیایی و امتداد ترک و شکاف‌های ناشی از فرونشست در منطقه مورد مطالعه با استفاده از دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) انجام گرفته شد.

## ۱-۶- ساختار پایان نامه

مطالب این پایان نامه در قالب شش فصل تدوین شده که عبارتند از:

فصل اول شامل کلیات و موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، اهمیت تحقیق، اهداف و روش تحقیق می‌باشد.

فصل دوم به بررسی تاریخچه فرونشست در جهان و ایران، انواع و عوامل ایجاد فرونشست، مکانیسم‌های ایجاد شکاف در اثر افت سطح ایستابی، روش‌های اندازه‌گیری نرخ فرونشست و مروری بر مراحل اجرایی روش تداخل سنجی راداری می‌پردازد.

فصل سوم به بررسی وضعیت زمین‌شناسی، تکتونیک و ارزیابی ویژگی‌های هیدورژئولوژی منطقه مورد مطالعه می‌پردازد.

فصل چهارم به بررسی خصوصیات زمین شناسی مهندسی منطقه مورد مطالعه می‌پردازد که شامل مطالعات نوسانات سطح ایستابی، ژئوالکتریک و بررسی خصوصیات ژئوتکنیکی رسوبات منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

فصل پنجم به منظور مشخص کردن محدوده تحت تأثیر خطر فرونشست و سرعت متوسط فرونشست شامل نتایج حاصل از مطالعات تداخل سنجی راداری و آنالیز سری زمانی می‌باشد و در نهایت به تلفیق نتایج اطلاعات مورد استفاده در این پایان نامه می‌پردازد.

نتایج حاصل از تمام اطلاعات موجود و پیشنهادات لازم جهت کند کردن سرعت وقوع پدیده فرونشست در منطقه مورد مطالعه در فصل ششم ارائه شده است.